

氏 名 北 村 晃 寿

学 位 の 種 類 学術博士

学 位 番 号 学博甲第16号

学位授与の日付 平成 2 年 3 月25日

学位授与の要件 博士課程修了 (学位規則第 5 条第 1 項)

学位授与の題目 Early Pleistocene glacio-eustatic sea-level changes
deduced from the molluscan fossil associations of
the Omma Formation (Central Japan)
(大桑層産貝化石群集による第四紀更新世前期の氷河性
海水準変動の解析)

論文審査委員 (主査) 小 西 健 二
(副査) 大 村 明 雄
(副査) 加 藤 道 雄
(副査) 藤 則 雄
(副査) 鎮 西 清 高

学位論文要旨

Abstract

In order to elucidate hitherto ambiguous and scattered deep sea records for the Early Pleistocene glacio-eustasy, high resolution stratigraphy by lithofacies and “autochthonously preserved” molluscan associations is examined on the shallow-marine Omma Formation, Central Japan.

Of the three-fold division, the middle part of the formation illustrates at least ten successive sedimentary cycles. Each cycle reveals a time-progressive change from the cold-water, upper sublittoral associations within the basal shell bed, well-sorted sandstone and lower part of the muddy sandstone, to the warm-water, lower sublittoral associations in the upper part of the muddy sandstone. This change in both the water regime from cold to warm current and the relative sea-level fluctuation with the amplitude up to 50m and with the estimated periodicity of a few ten thousand years can be best explained with glacio-eustasy.

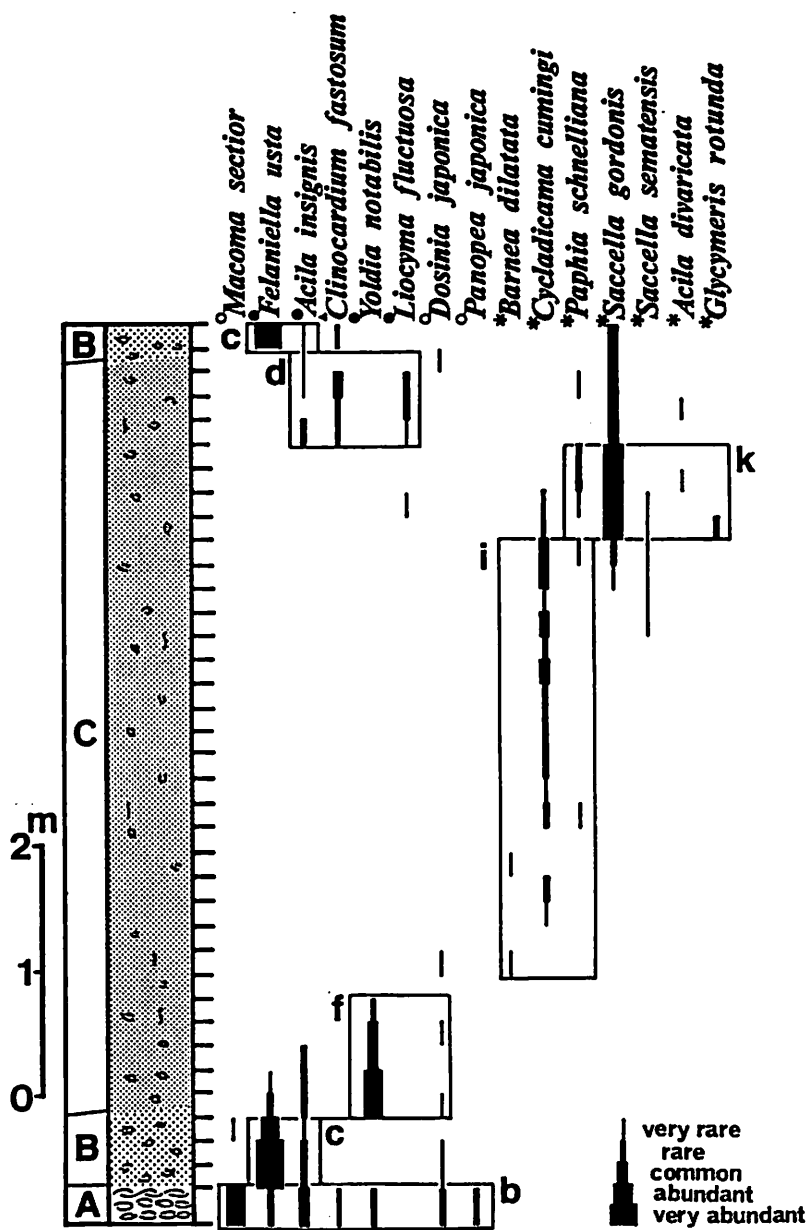
Accompanied with the increase of the amplitude (from the undetectable in the lower part to that of up to 50m in the middle part) of the glacio-eustatic sea-level change and the initiation of frequent regional influxes of warm water,

a distinct change of the molluscan fauna took place at ca. 1.2Ma (coincident with the time to bound the lower and middle part of the Omma Formation), from the cold-water Omma-Manganji Fauna (s. str.) to the newly proposed “Upper Omma Fauna”, which is characterized with alternating occurrence of warm- and cold-water associations.

第四紀の自然環境に最も大きな影響を与えた出来事に、全地球的な気候変動、すなわち氷期と間氷期の繰り返しとそれに伴う氷河性海水準変動がある。この環境変動は深海底コア中の有孔虫殻の酸素同位体比の時代的变化から読み取ることが出来る。それによると、第四紀は約90万年前（ハラミヨ事件）を境にしてそれ以前の気候変動・海水準変動が周期・振幅ともに小さかった時代と以降の長周期・大振幅の時代とに分けられるという。そして90万年前以降の歴史は量・質ともかなりの精度で明らかになっている。それに比べて、それ以前の時代（更新世前期）の環境変動の様子はまだまだあまりわかっていない。

浅海域は海水準変動の影響を受けやすく、また陸上から供給される堆積物のために堆積速度が高く、いわば時間の分解能がよいために更新世前期の短周期で、変動量の小さい氷河性海水準変動の検討に適している。大桑層は微化石・古地磁気層序学的研究から、その堆積時代が約136万年前から83万年前の間であることと、地層中に豊富に産する貝化石の研究からその堆積環境が浅海であることがこれまでにわかっている。したがって、更新世前期の氷河性海水準変動の研究には、理想的な地層といえる。そこで筆者は、このような観点から大桑層の模式露頭（石川県金沢市大桑の犀川河床）において、詳細な野外調査と貝化石群集の解析を行った。特に、貝化石については、全層準に産する貝化石の産状ならびに層位分布を綿密に記載・検討し、水深や相対的水温などの環境解析に役立てた。

その結果、大桑層は岩相・生物相に基づくと上・中・下部に3分され、そのうち中部には堆積サイクルと貝化石群集の周期的変化が特徴的に見られることがわかった。中部には、厚さ数m単位の堆積サイクルを少なくとも10回認めることができる。各堆積サイクルの下部には浸食面があり、典型的な堆積サイクル内では、堆積物が上方へ向かって、貝化石密集層→淘汰の良い細粒砂岩→泥がちな細粒～極細粒砂岩へと漸移的に変化する（Fig. 1）。そして、貝化石群集も堆積物の変化に伴って、貝化石密集層を構成する寒流系上部浅海带群集（水深50～60m以浅に生息）から暖流系下部浅海带群集（水深50～60mから100～120mに生息）へと変遷し、1つの堆積サイクルの形成時に、暖流の流入とともに海水準が上昇したことを表す（Fig. 1, 2）。この貝化石群集の変遷に示される海中気候の変化の周期は数万年単位で、それに連動した海水準の変動量は50mにも達すると推定され、このような周期的環境変化は、氷期－間氷期の繰り返しとそれに伴う氷河性海水準変動で最も合理的に説明できる。すなわち、中部の堆積した、約120万年前から90万年前までの30万年間に、少なくとも10回の氷期と間氷期の繰り返しと海水準の変動があったことが明かとなった（Fig. 3）。なお、この時代の氷河性海水準変動の浅海成層からの報告は今回が初めてである。



Legend •cold-water species ◦intermediate species
 *warm-water species ▲extinct species

A [shell bed] **B** [well sorted fine sandstone]
C [muddy fine-very fine sandstone]

Fig. 1. Stratigraphic distribution and relative frequency of selected molluscan species and molluscan fossil associations in the Cycle 9 of the middle part of the Omma Formation. b: *Macoma sector* ass., c: *Felaniella* ass., d: *Clinocardium-Turritella* ass., f: *Yoldia* ass., i: *Cycladicama* ass., k: *Tugurium-Paphia* II ass.

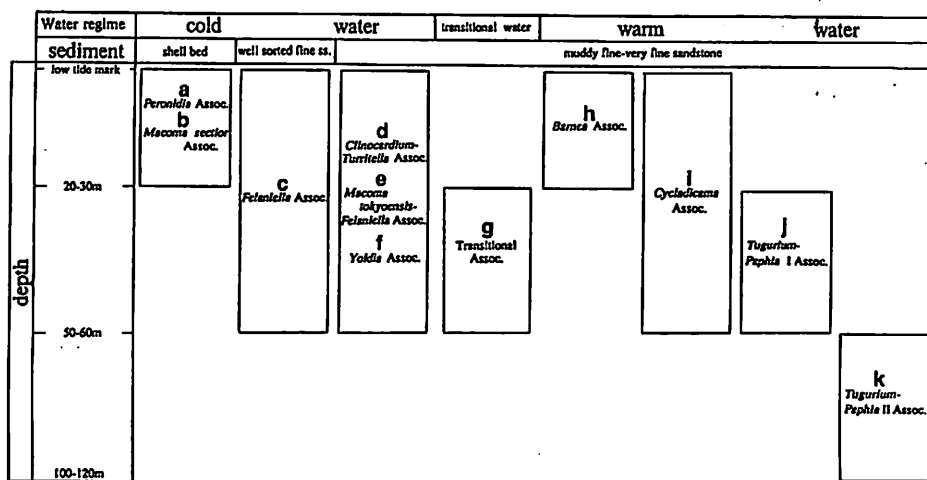


Fig. 2. Relationship between the molluscan fossil associations of the middle part of the Omma Formation and environmental conditions in terms of water depth, water regime and sediment.

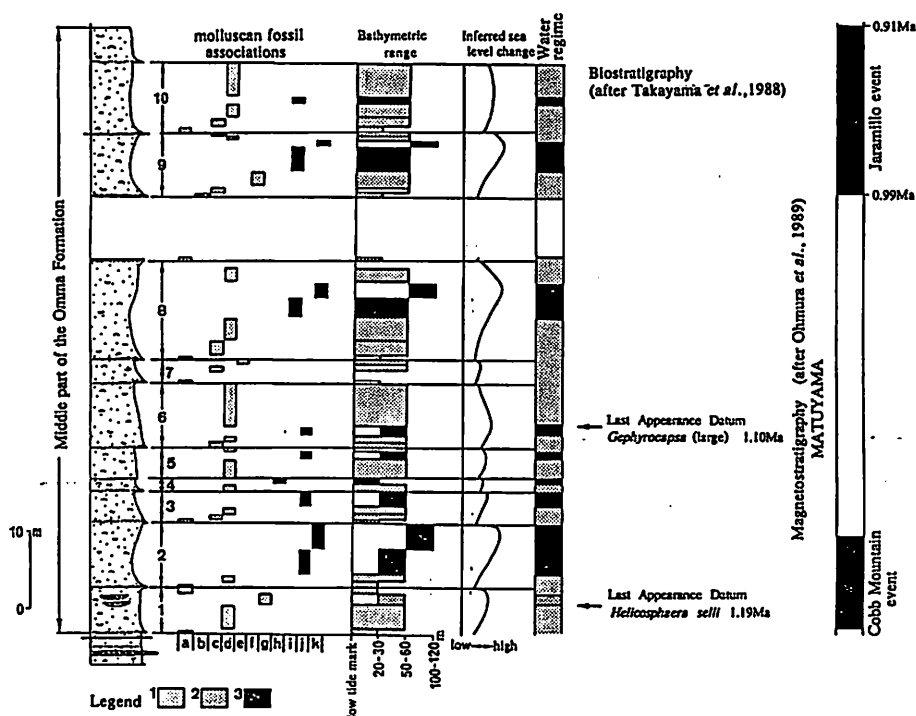


Fig. 3. Summary of cyclic changes of litho- and biofacies in the middle part of the Omma Formation. The ages of magnetic polarity change are those proposed by Mankinen & Dalrymple (1979). 1: cold-water molluscan fossil associations and cold-water, 2: transitional association and transitional water, 3: warm-water molluscan fossil associations and warm-water. Alphabets a-k are the same as those in Fig. 2.

これに対して、大桑層上・下部には、中部に見られるような堆積サイクル・貝化石群集の周期的変化が観察されない。もっとも、上部は環境解析に有効な化石をほとんど産さず環境変化の推定が十分出来ず現時点での詳しい議論はできない。下部は産出する貝化石から、堆積期間（約136万年前から120万年前まで）のほとんどを通じて、水深20～30mより浅い海域であったと推定されるが、氷河性海水準変動に起因すると思われる地質学的記録を認めることが出来ない。深海底コアの酸素同位体比がこの時代に氷河性海水準変動のあったことを示唆するにもかかわらず、大桑層下部にそのような記録の見られないことは、当時の氷河性海水準変動の変動量が今回採られた方法から解析されるには小さすぎたためと考えられる。

大桑層中部と下部の境界年代はおよそ120万年前であるから、変動量の小さい氷河性海水準変動から変動量が50mに達するような氷河性海水準変動への変換は約120万年前に起きたことになる。ノルウェー海、北太平洋の深海底堆積物の研究によると両地域における大規模な氷床の形成は約120万年前に始まるという。この年代は大桑層から読み取られた氷河性海水準変動のパターンの変換期とみごとに一致する。このことは、大規模な氷床の出現と汎世界的な海水準の変動量の増大とが密接に関わっていることを示唆するものと考えられる。

この氷河性海水準変動のパターンの変換は、大桑層に産する貝化石動物群にも大きな変化をもたらした。すなわち、120万年前以前の動物群は寒流系貝化石群集から構成されるのに対して、それ以降の動物群は暖流系貝化石群集と寒流系貝化石群集とが周期的に入れ替わることで特徴づけられる。そこで、本研究では、後者をそれ以前の動物群（従来の研究にある通り、大桑一万願寺動物群）から区別して、“上部大桑動物群”と仮称した。このような貝化石動物群の大きな変換は、汎世界的に起きた間氷期・氷期の繰り返しとそれに連動した氷河性海水準変動に起因するので同時代の日本海沿岸各地の浅海成層にも今後検出されることが期待される。

論文審査の結果の要旨

平成2年1月31日に第一回論文審査会を開催し、提出された学位論文ならびに資料を検討し、また2月14日開催の口頭発表会をもって面接審査に代え、発表終了後第二回審査会を開催した。各委員より意見が述べられ協議の結果、以下の通り判定した。

本論文は、第四紀更新世前期の海面変動を明確にする目的に適な条件を備えると予想された大桑層を対象に、そのなかの堆積物の粒度と底生軟体動物化石群集を精密解析した研究の成果で、以下のように要約できる。

1. 大桑層は堆積相から上・中・下部に三分され、中部には、“上方に細粒化と深度・水温を増す”特徴をもつ堆積サイクルが、周期的に少なくとも10回繰り返し発達することを明らかにした。厚さ数m単位の各堆積サイクルの基底には浸食面があり、典型的な堆積サイクル内で、貝化石密集層→淘汰の良い細粒砂岩→泥がちな細粒～極細粒砂岩と漸

移する。貝化石群集もこの岩相変化に伴い、貝化石密集層を構成する寒流系上部浅海帯群集（水深50～60m以浅）から上位の暖流系下部浅海帯群集（水深50～60mから100～120m）へと変遷し、1つの堆積サイクルの形成時に、暖流の流入とともに海水準が上昇したことを表す。貝化石群集の変遷に示される海中気候の変化の周期は数万年単位で、それに連動した海水準の変動量は50mにも達し、このような周期的環境変化は、氷期―間氷期の繰り返しとそれに伴う氷河性海水準変動で最も合理的に説明できる。

2. 一方、産出貝化石から、堆積期間のほとんどを通じて、水深20～30m以浅と推定できた大桑層の下部には中部に見られるような堆積サイクル・貝化石群集の周期的変化を欠く。その理由は当時の氷河性海水準変動の変動量が今回採用した研究方法で検出されるには小さすぎたためである。

3. 大桑層中部と下部の境界年代は約120万年前で、変動量の小さい氷河性海水準変動から変動量が最大50mに達する氷河性海水準変動への転換期にあたるが、この年代はノルウェー海・北太平洋の両海域における大規模な氷床の形成開始期と一致し、大規模な氷床の出現と今回認定した海水準の変動量の増大とが密接に関わっていることを示唆する。

4. この氷河性海水準変動のパターンの転換は、大桑層産の貝化石動物群にも顕著な変化を生み、120万年前以前の動物群は寒流系貝化石群集から構成されるのに対し、それ以降の動物群は暖流系貝化石群集と寒流系貝化石群集とが周期的に入れ替わることで特徴づけられ、前者（大桑―万願寺動物群）から後者を区別するため“後期大桑動物群”（仮称）と命名した。

すなわち本研究は、底生軟体動物化石群集の解析から、これまで不明確であった第四紀更新世前期の海水準変動の性格を、ハラミヨ事件（0.9 Ma）以前約30万年前に関して、その周期と振幅をはじめ内容を明らかにし、世界規模の氷河性海水準変動に起因するものと結論し、また併せて当時の日本海の古海洋生物学的変遷に関する新知見を加え、第四紀更新世前期の海水準変動の研究を大きく前進させた。

以上の研究業績により本論文は学術博士に値するものと判断する。